



Title	2次元粘性流場の数値計算法に関する研究
Author(s)	藪下, 和樹
Citation	大阪大学, 1994, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/38799">https://hdl.handle.net/11094/38799</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a>〉</a> をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	やぶ した かず き 藪 下 和 樹
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 1 3 9 5 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 6 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科造船学専攻
学 位 論 文 名	2次元粘性流場の数値計算法に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 鈴 木 敏 夫 教 授 田 中 一 朗 教 授 三 宅 裕

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、非圧縮性流体の運動を記述する基礎方式ナビエ・ストークス方程式 (N-S方程式) と連続の式を連立性のよいレギュラーメッシュ上で離散化し、安定で収束性良く解くための数値解法の確立を追求したものである。本論文で改良を加えられた2つの方法は流れに平行に置かれた2次元有限平板まわりの粘性流場、流れに垂直に置かれた2次元有限平板まわりの粘性流場の計算に応用され、解析解と比較しその有効性を検証するとともに平板後方の渦の大きさや圧力抵抗について、実験結果との比較検討を行っている。

本論文は次の5章より成っている。

第1章は緒論で、現在のN-S方程式の数値解法の現状と問題点に言及し、本研究の意義を述べている。

第2章では、本研究に用いる基礎方程式について述べている。

第3章では、N-S方程式の離散化において一般に計算が不安定となるため問題視されている中心差分を用いる方法について述べている。結論として、基礎方程式をレギュラーメッシュ上で離散化し、計算空間全体を1つのマトリックスとして解くことにより、安定で収束性のよい数値解法となることを述べている。一例として流れに平行に置かれた有限平板まわりの定常および非定常流場を計算し、解析解と比較して本数値解法の有効性を明らかにしている。

第4章では、格子点まわりの圧力分布を2次関数で近似することにより、Finite Analytic Method (FA法) をレギュラーメッシュ上で定式化できることを示し、このことにより安定で滑らかな数値解を得ることのできることを明らかにしている。前章と同様、流れに平行に置かれた平板の定常時および非定常時の流場を計算し解析解と比較して有効性を明らかにしている。さらに、流れに垂直に置かれた2次元有限平板まわりの非定常流場を計算し、実験結果と比較することにより、急激な変化のある流れにも本法が有効であることを示している。

第5章では第2章から第4章までの研究成果を総括している。

### 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

非圧縮性流体運動の基礎方式であるナビエ・ストークス方程式 (N-S方程式) と連続の式の数値解を求める方法は多くの研究者により提案されているが、安定性、収束性、操作性、精密性すべてを満足するような汎用数値解法は得

られていないのが現状である。

本論文はこのような視点より計算時間と記憶容量は将来の課題として、安定で収束性がよく精密な数値解を得るための新しい数値解法を提案し、解析解や実験値によりその妥当性を検討している。提案された数値解法は独創性があり、得られた結論には新しくかつ有用な知見がある。その主要な点は次の通りである。

- (1) N-S 方程式をレギュラーメッシュ上で離散化し、対流項や圧力項の一階微分に中心差分を用いた場合でも、計算空間全体を1つのマトリックスとして解くことにより安定に計算できることを示している。
- (2) 安定性の高い数値解法であるため、時間微分項を除いた定常のN-S方程式においても本法は安定であることを示している。
- (3) 流れに平行に置かれた有限平板のまわり定常流ならびに非定常流について計算を行い、本数値解法が正しく粘性流場を計算できることを検証している。
- (4) 格子点まわりの圧力分布を2次関数で近似した結果、Finite Analytic Method (FA法)をレギュラーメッシュ上で定式化できることを示している(改良FA法)。また、得られた圧力分布は滑らかであることを示している。
- (5) 改良FA法により定常ならびに非定常な流場を計算した結果は、中心差分を用いた方法に比べ、より滑らかな結果が得られ、理論値、実験値ともよく一致しており、本手法の有用性を示している。
- (6) 流れに垂直に置かれた2次元有限平板まわりの非定常流場を計算し、平板後方の渦の大きさおよび圧力抵抗を実験結果と比較することにより、急激な変化のある流れにも本法が有効であることを示している。

以上のように本論文は非圧縮性流体の運動方程式であるN-S方程式と連続の式の数値解法について研究し、安定で収束性がよく精密な手法を提案しており、船舶流体力学の発展に貢献するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。